# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU MARDI 27 OCTOBRE 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Toussaint, la séance du lundi 2 novembre est renvoyée au mardi 3.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes et sur les suites de Laplace formées avec de telles équations.* Note ([1]) de M. **Gaston Darboux.**

1. Je me propose dans cette Note de faire connaître une exposition et des propriétés nouvelles des suites que Laplace nous a appris à former avec les équations de la forme suivante :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} + a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0;$$

je supposerai connues les propositions que j'ai exposées dans mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (2ᵉ Partie).

Considérons les deux équations

$$(1)\qquad \begin{cases} \mathrm{H}_{p-1}\dfrac{\partial\theta_p}{\partial x} - \dfrac{\partial \mathrm{H}_{p-1}}{\partial x}\,\theta_p = \mathrm{H}_p\theta_{p-1}, \\[2ex] \dfrac{\partial \mathrm{H}_{p-1}}{\partial y}\,\theta_{p-1} - \mathrm{H}_{p-1}\dfrac{\partial\theta_{p-1}}{\partial y} = \mathrm{H}_{p-2}\theta_p, \end{cases}$$

---

([1]) Communication faite dans la séance du 19 octobre 1914.

où les $H_p$ sont des fonctions de $x$ et de $y$ que nous supposerons liées les unes aux autres par la relation

$$(2) \qquad H_p \frac{\partial^2 H_p}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial H_p}{\partial x}\frac{\partial H_p}{\partial y} = H_{p-1} H_{p+1}$$

qui permet de les déduire, de proche en proche, de deux d'entre elles consécutives, par exemple $H_{-1}$ et $H$, pour toutes les valeurs, *positives ou négatives*, de $p$. L'élimination de $\theta_{p-1}$ entre les deux équations (1) nous conduit pour $\theta_p$ à l'équation aux dérivées partielles

$$(E_p) \qquad \frac{\partial^2 \theta_p}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial \log H_p}{\partial y}\frac{\partial \theta_p}{\partial x} - \frac{\partial \log H_{p-1}}{\partial x}\frac{\partial \theta_p}{\partial y} + \frac{\partial \log H_p}{\partial y}\frac{\partial \log H_{p-1}}{\partial x}\theta_p = 0.$$

C'est une équation de Laplace, mise sous l'une des formes canoniques que j'ai envisagées au Livre IV (Chap. II) de mes *Leçons*, et il est évident que l'équation (E)

$$(E) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial \log H}{\partial y}\frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial \log H_{-1}}{\partial x}\frac{\partial \theta}{\partial y} + \frac{\partial \log H}{\partial y}\frac{\partial \log H_{-1}}{\partial x}\theta = 0$$

est l'équation de Laplace *la plus générale* mise sous forme canonique, puisque $H_{-1}$ et $H$ peuvent être choisis arbitrairement. Il résulte alors des relations (1) que les équations $(E_p)$ forment ce que j'ai appelé une *suite de Laplace*, la suite la plus générale, laquelle sera, en général, illimitée dans les deux sens. Les invariants $h_{p-1}$, $h_p$ de l'équation $(E_p)$ seront

$$(3) \qquad h_{p-1} = -\frac{\partial^2 \log H_{p-1}}{\partial x\,\partial y}, \qquad h_p = -\frac{\partial^2 \log H_p}{\partial x\,\partial y}.$$

2. Remarquons maintenant que les équations (1), jointes à l'équation $(E_p)$, nous permettent d'obtenir, entre trois fonctions consécutives $\theta_{p-1}$, $\theta_p$, $\theta_{p+1}$, la relation

$$(3) \qquad \theta_p \frac{\partial^2 \theta_p}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial \theta_p}{\partial x}\frac{\partial \theta_p}{\partial y} = \theta_{p-1}\theta_{p+1}$$

tout à fait analogue à l'équation (2). Il suffit, pour vérifier cette relation, d'y remplacer $\theta_{p-1}$, $\theta_{p+1}$ par leurs valeurs, déduites des équations (1),

$$H_p \quad \theta_{p-1} = H_{p-1}\frac{\partial \theta_p}{\partial x} - \theta_p \frac{\partial H_{p-1}}{\partial x},$$

$$H_{p-1}\theta_{p+1} = \theta_p \quad \frac{\partial H_p}{\partial y} - H_p \frac{\partial \theta_p}{\partial y};$$

et l'on retrouve alors l'équation $(E_p)$ à laquelle doit satisfaire $\theta_p$. Ainsi, lorsque l'on connaîtra deux fonctions consécutives de la suite

$$\ldots\ \theta_{-2},\ \theta_{-1},\ \theta,\ \theta_1,\ \theta_2,\ \ldots,$$

on pourra déterminer toutes les autres par voie de récurrence, sans faire intervenir les équations $(E_p)$.

Si maintenant on rapproche les relations (1), (2), (3), on voit qu'elles ne changeront pas lorsqu'on effectuera la substitution suivante :

$$\theta_p / H_p,\quad H_p/\theta_{p+1},\quad x/y,\quad y/x.$$

On pourra donc effectuer la même substitution sur toutes les équations qui dérivent de ces relations fondamentales et, en particulier, sur l'équation $(E_p)$. On sera ainsi conduit à la relation

$$(E'_{-p})\quad \frac{\partial^2 H_p}{\partial x\,\partial y} - \frac{\partial \log\theta_{p+1}}{\partial x}\frac{\partial H_p}{\partial y} - \frac{\partial \log\theta_p}{\partial y}\frac{\partial H_p}{\partial x} + \frac{\partial \log\theta_{p+1}}{\partial x}\frac{\partial \log\theta_p}{\partial y} H_p = 0,$$

à laquelle satisfera $H_p$ et dont les invariants seront

$$-\frac{\partial^2 \log\theta_p}{\partial x\,\partial y},\qquad -\frac{\partial^2 \log\theta_{p+1}}{\partial x\,\partial y}.$$

Il y a donc, en quelque sorte, réciprocité entre les $\theta_p$ et les $H_p$, et l'on peut énoncer le théorème suivant :

*Si l'on prend une solution quelconque* $\theta$ *de l'équation* (E), *qui est l'équation de Laplace la plus générale mise sous forme canonique, et qu'on en déduise, par l'application répétée des formules* (1), *toutes les solutions* $\theta_i$ *des différentes équations* $(E_i)$ *qui forment la suite de Laplace dérivée de* (E), *il existera une suite de Laplace formée également d'équations canoniques* $(E_i)$ *et telle que l'équation* $(E'_{-p})$ *aura pour invariants*

$$-\frac{\partial^2 \log\theta_p}{\partial x\,\partial y},\qquad -\frac{\partial^2 \log\theta_{p+1}}{\partial x\,\partial y}$$

*et admettra la solution* $H_p$.

3. Revenons aux équations (1). Elles vont nous permettre de montrer que, si l'on sait résoudre l'une des équations d'une suite de Laplace par la méthode de Riemann, on saura appliquer la même méthode à toutes les équations de la suite.

Supposons, en effet, qu'on veuille intégrer l'équation $(E_p)$ par la méthode de Riemann. Il faudra, d'après les résultats connus ([1]), trouver une solution $\theta_p$ de cette équation, telle qu'on ait

$$\text{pour } x = x_1 \qquad \theta_p = \frac{H_p(x_1, y)}{H_p(x_1, y_1)},$$

$$\text{pour } y = y_1 \qquad \theta_p = \frac{H_{p-1}(x, y_1)}{H_{p-1}(x_1, y_1)}.$$

En se reportant aux formules (1), on verra facilement que la solution $\theta_{p-1}$ de $(E_{p-1})$ correspondante à la solution $\theta_p$ cherchée de $(E_p)$ doit être nulle pour $y = y_1$ et égale à $-\frac{H_{p-1}(x_1, y_1)}{H_p(x_1, y_1)} \frac{\partial}{\partial x_1} \frac{H_{p-1}(x_1, y)}{H_{p-1}(x_1, y_1)}$ pour $x = x_1$. On saura donc trouver cette solution, par une simple quadrature portant sur la seule variable $y$, si l'équation $(E_{p-1})$ est intégrable par la méthode de Riemann.

On verrait de même, en échangeant $x$ et $y$, que, au lieu de passer d'une équation à la suivante, on peut passer à la précédente. Ainsi :

*Si l'on sait résoudre, par la méthode de Riemann, l'une des équations d'une suite de Laplace, on pourra appliquer la même méthode à toutes les équations de cette suite.*

ÉLECTRICITÉ. — *Diagramme des alternateurs à enroulement inducteur distribué le long de l'entrefer.* Note ([2]) de M. **André Blondel.**

La théorie que j'ai développée s'applique aux alternateurs ayant un système inducteur dissymétrique, c'est-à-dire formé de noyaux inducteurs avec des pièces polaires d'où s'échappent des flux inducteurs; les axes des pôles inducteurs sont ainsi géométriquement fixés et seul le flux de réaction directe se ferme par ces pôles, tandis que le flux de réaction transversale se ferme localement à travers les pièces polaires.

Il existe, depuis quelques années, une autre catégorie d'alternateurs employés avec les turbines à vapeur et qui n'a pas, à proprement parler, de pôles inducteurs, ni d'axes polaires. L'inducteur est une masse de fer

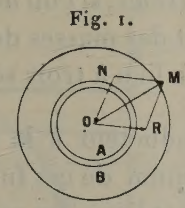
([1]) Voir le Livre IV (Chap. IV) de mes *Leçons*.

([2]) Reçue dans la séance du 12 octobre 1914.

cylindrique, concentrique à l'induit et portant le long de sa périphérie [1] l'enroulement inducteur distribué dans des encoches. La variation de la force magnétomotrice de cet enroulement inducteur le long de l'entrefer suit une loi sensiblement triangulaire (c'est-à-dire que la courbe représentative des forces magnétomotrices sur une épure représentant l'entrefer développé suivant une droite est représentée par une série de lignes droites obliques formant des triangles isoscèles alternativement au-dessus et au-dessous de la ligne de zéro du potentiel magnétique).

Le triangle est plus ou moins tronqué en forme de trapèze lorsqu'une partie de la périphérie de l'inducteur ne contient pas d'enroulement induc-

Fig. 1.




teur. On peut, au degré d'approximation de la pratique, substituer à cette loi trapézoïdale une loi sinusoïdale représentant la sinusoïde principale du développement en série de Fourier.

Nous supposerons dans le cas général qu'il s'agit d'un alternateur polyphasé. Comme, dans la construction moderne, chaque phase de l'induit embrasse plusieurs encoches, on peut sans erreur pratique remplacer également la loi de variation des forces magnétomotrices de l'enroulement induit parcouru par des courants triphasés symétriques, par une loi sinusoïdale. On a donc en définitive, le long d'un entrefer dont la largeur est de l'ordre de grandeur de $1^{cm}$ à $2^{cm}$, ou même davantage, deux enroulement produisant des forces magnétomotrices sinusoïdales, dont les axes ne seront, en général, pas en coïncidence. Sur la figure 1 la masse de fer de

---

(1) Dans certaines constructions, l'enroulement n'occupe pas toute la périphérie de l'inducteur, mais présente des lacunes plus ou moins étendues laissant apparaître des pôles lisses plus ou moins larges, dans le but d'obtenir la meilleure utilisation du cuivre inducteur avec le minimum d'échauffement. Si cette lacune de l'enroulement inducteur n'est pas très large, on peut considérer l'enroulement comme continu, c'est-à-dire appliquer sans correction la théorie exposée dans la présente Note; au contraire, si les pôles apparents sont larges et occupent, par exemple, plus d'un quart de l'espace interpolaire, la dissymétrie du système inducteur devient assez notable pour qu'il faille appliquer la théorie des deux réactions comme correction, ainsi qu'on l'exposera plus loin.

l'inducteur est représentée par A et celle de l'induit par B; l'axe de la force magnétomotrice maxima de l'inducteur est représenté par la droite $\overline{OM}$, tandis que l'axe de la force magnétomotrice de l'induit est représenté par $\overline{ON}$.

Si la machine est génératrice, O*n* est, comme le représentent les flèches, opposé partiellement à $\overline{OM}$; la résultante de $\overline{OM}$ et de $\overline{ON}$ sera donc le vecteur $\overline{OR}$ dirigé suivant une direction partiellement concordante avec $\overline{OM}$. Cette direction OR définira l'axe de la densité maxima du flux émis par l'inducteur à travers l'induit et dont la répartition sera sensiblement sinusoïdale le long de l'entrefer, si l'on néglige pratiquement l'influence de la saturation des dentures et des masses de fer vis-à-vis de l'entrefer [1].

Le circuit magnétique donne lieu à trois séries de fuites :

1° Les fuites $f_1$ du circuit inducteur à la sortie du noyau inducteur. Il est évident que l'axe du maximum de ces fuites, qui seront réparties aussi sinusoïdalement, coïncidera avec l'axe du maximum de la force magnétomotrice à la périphérie de l'inducteur, et l'on aura pour expression $\alpha_1 N_1 I_1$, en appelant $N_1$ le nombre de spires, I le courant inducteur et $\alpha_1$ une constante convenable.

2° Les fuites $f_2$ shunteront, à l'entrée de l'induit et par les dentures de celui-ci, le flux qui pénètre dans l'induit; l'axe du maximum de ces fuites coïncidera évidemment avec l'axe du maximum de la force magnétomotrice sur la périphérie de l'induit [2].

---

[1] On pourra du reste faire une correction sur la loi de répartition du flux à titre de seconde approximation une fois qu'on aura déjà calculé la machine. Mais quand il s'agit simplement d'étudier les propriétés des alternateurs et leur condition de fonctionnement, on est obligé de faire abstraction de cette correction et de traiter les flux et les forces magnétomotrices comme si leur répartition était sinusoïdale, c'est-à-dire de considérer seulement dans tous les phénomènes le terme harmonique fondamental, qui est d'ailleurs prépondérant; les raffinements qui consistent à faire intervenir les termes harmoniques supérieurs compliquent beaucoup trop les problèmes et ne sont pas toujours justifiés par le degré d'approximation assez faible dont on est obligé de se contenter à beaucoup d'autres points de vue dans les mêmes problèmes.

[2] Certains auteurs ont cru que les fuites de l'induit étaient en phase avec la force magnétomotrice de l'induit, c'est-à-dire ici ON, parce qu'ils attribuent ces fuites à l'induit lui-même, tandis qu'en réalité elles sont prélevées sur le flux inducteur, comme je l'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 28 juin 1914, t. 158, p. 1961).

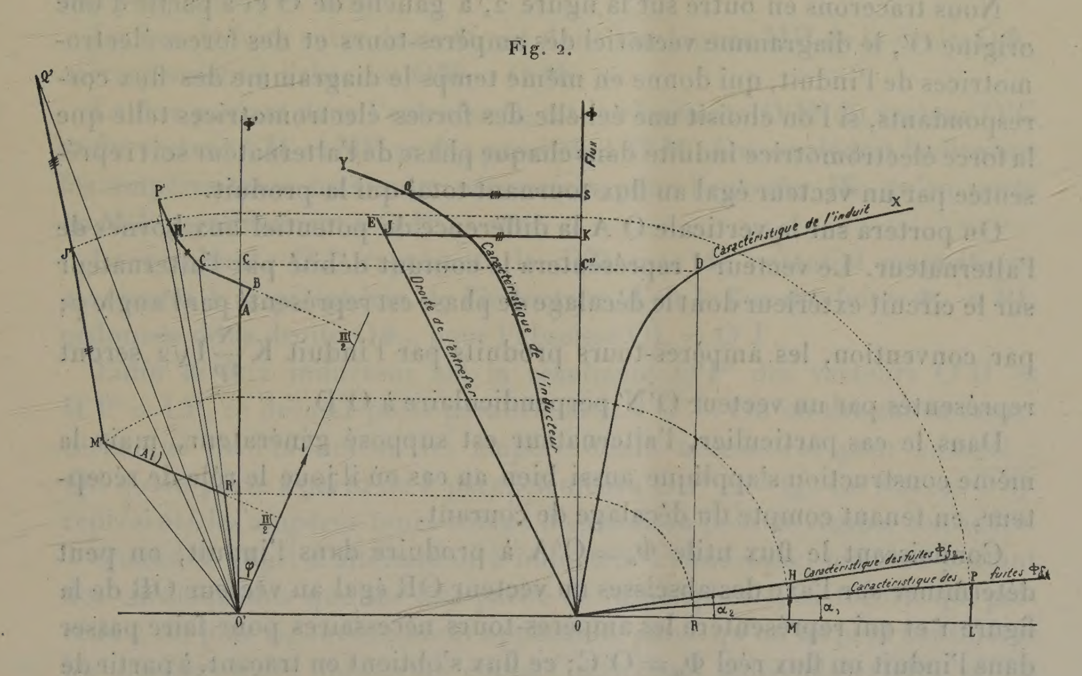
Ce flux aura pour amplitude totale

$$\alpha_2 \overline{\text{OM}},$$

en appelant $\alpha_2$ une constante convenable.

3° Les fuites $f_3$, qui se produisent autour des fils de l'induit placé dans les parties situées en dehors des encoches et qui, plus généralement, ne peuvent être attribuables qu'à un flux propre produit par l'induit sur lui-même; ces

Fig. 2.




fuites, peu importantes par rapport aux précédentes, ont évidemment leur axe de maximum dirigé suivant le même axe que la force magnétomotrice ON produite par les ampères-tours de l'induit; le flux aura pour expression

$$\alpha_3 \text{ON} = \frac{\omega l_{f_3} \text{I}}{\omega \frac{k\text{N}}{2\sqrt{2}q}} = \frac{2\sqrt{2}\, l_{f_3} q \text{I}}{k\text{N}},$$

en appelant $\alpha_3$ une constante convenable, N le nombre total de fils périphériques, $q$ le nombre de phases.

Cela posé, il est facile de tracer (*fig.* 2) le diagramme qui permettra de

calculer les flux et les ampères-tours dans les différents points de la machine en supposant connues comme précédemment ([1]) la caractéristique de l'induit à vide, la caractéristique de l'entrefer et la caractéristique des inducteurs seuls et trois droites ayant les coefficients angulaires $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ et qui serviront à calculer les trois flux de fuites. Dans cette épure (*fig.* 2), les flux sont portés en ordonnées et les ampères-tours en abscisses à droite et à gauche de l'origine.

Nous tracerons en outre sur la figure 2, à gauche de O et à partir d'une origine O′, le diagramme vectoriel des ampères-tours et des forces électromotrices de l'induit, qui donne en même temps le diagramme des flux correspondants, si l'on choisit une échelle des forces électromotrices telle que la force électromotrice induite dans chaque phase de l'alternateur soit représentée par un vecteur égal au flux tournant total qui la produit.

On portera sur la verticale O′A la différence de potentiel aux bornes de l'alternateur. Le vecteur I représentera le courant débité par l'alternateur sur le circuit extérieur dont le décalage de phase est représenté par l'angle $\varphi$; par convention, les ampères-tours produits par l'induit $K\frac{N}{2p}I\sqrt{2}$ seront représentés par un vecteur O′N′ perpendiculaire à O′D.

Dans le cas particulier, l'alternateur est supposé générateur, mais la même construction s'applique aussi bien au cas où il joue le rôle de récepteur, en tenant compte du décalage de courant.

Connaissant le flux utile $\Phi_u = O'A$ à produire dans l'induit, on peut déterminer sur l'axe des abscisses un vecteur OR égal au vecteur OR de la figure 1 et qui représentera les ampères-tours nécessaires pour faire passer dans l'induit un flux réel $\Phi_a = O'C$; ce flux s'obtient en traçant, à partir de l'extrémité A′ du vecteur O′A′ représentant la force électromotrice, deux vecteurs A′B et BC respectivement parallèle et perpendiculaire au vecteur du courant I et ayant respectivement pour expression $r'I$ et $\omega l_{f_3} I$; $\overline{O'C}$ représente alors le flux qu'il faut faire passer dans l'induit; si l'on trace l'arc de cercle CC′ ayant O′ pour centre, puis la droite C′C″D, parallèle à l'axe des abscisses, son intersection D avec la caractéristique d'induit détermine par son abscisse OR les ampères-tours nécessaires pour le passage de ce flux dans le fer induit.

Du point O′ on porte sur O′C le vecteur O′R′ égal au vecteur OR,

---

([1]) Cf. *Comptes rendus*, t. 159, 12 octobre 1914, p. 570.

puis R′M′ perpendiculaire à OI et égal à

$$K\frac{N}{2p}I\sqrt{2};$$

la résultante O′M′ représente les ampères-tours qu'il faut appliquer pour faire passer le flux $\Phi_a$ et vaincre en même temps les contre-ampères-tours. Autrement dit, O′M′ est la différence de potentiel magnétique maximum à la périphérie de l'induit.

Le flux de fuite entre dents $\Phi_{f_2}$ est donc l'ordonnée MH de la droite $O\Phi_{f_2}$ correspondant à l'abscisse OM = O′M′.

Le flux passant dans l'entrefer $\Phi_e$ est la résultante O′H′ du vecteur O′C et du vecteur CH′ = MH = $\Phi_{f_2}$, parallèle à O′M′. On en déduit facilement les ampères-tours maximum nécessaires pour l'entrefer JK qu'on porte en M′J′ parallèlement à O′H′.

La résultante O′J′ représente la différence de potentiel magnétique maximum à la périphérie de l'inducteur, d'où le flux des fuites $\Phi_{f_1}$ = PL ordonnée de la droite $O\Phi_{f_1}$ pour l'abscisse OL = O′J′.

Enfin le flux inducteur est la résultante O′P′ des vecteurs O′H′ et H′P′ = LP, ce dernier porté parallèlement à O′J′. On en tire sur la caractéristique de l'inducteur les ampères-tours nécessaires pour celui-ci : QS qu'on porte à partir de J′ parallèlement à O′P′ en J′Q′. Le vecteur $\overline{O'Q'}$ représente les ampères-tours totaux d'excitation pour le régime considéré.

Quand il s'agit d'alternateur à inducteur cylindrique, mais ne portant des enroulements que sur une partie de sa périphérie, la théorie qui précède n'est plus rigoureusement applicable, parce qu'on ne peut considérer les ampères-tours inducteurs comme distribués sinusoïdalement, ni les perméances du circuit magnétique comme indépendantes de la direction du flux. Il faut donc appliquer dans ce cas la théorie des deux réactions; mais d'autre part le calcul des réluctances des circuits magnétiques directs et transversaux dépend lui-même de la répartition du flux à la périphérie de l'inducteur, car cette répartition fait varier la saturation des dents.

Le meilleur procédé de calcul est alors le suivant :

1° On déterminera, *en première approximation*, la position du vecteur de flux par la construction donnée ci-dessus; puis, en supposant le flux réparti sinusoïdalement, on calculera l'induction dans les dents et pièces polaires et, par suite, la réluctance des différentes parties du circuit magnétique de l'inducteur.

2° On tracera ensuite le parcours des flux directs et transversaux dans

les pièces polaires de l'inducteur pour en déduire les réluctances correspondantes, auxquelles il faut ajouter celle du reste du parcours des flux.

Les réluctances dans le noyau de l'inducteur et les dentures de l'induit resteront indépendantes de l'orientation du flux et dépendront seulement du flux total dans l'induit et du flux total dans l'inducteur. Ces réluctances, une fois calculées, seront applicables sans changement aux flux directs et transversaux.

3° On appliquera alors, *en seconde approximation*, la construction relative aux alternateurs à pôles en fonction des réactions directe et transversale.

La méthode exposée ci-dessus pour les alternateurs sans pôles présente donc un intérêt général pour tous les alternateurs à inducteur cylindrique, même si l'enroulement inducteur est incomplet [1].

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Lund d 1914, faite à l'Observatoire de Marseille (chercheur de comètes).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

| Date. 1914. | Temps moyen de Marseille. | ΔR. | ΔD. | Nombre de comp. | R apparente. | Log. fact. parall. | D apparente. | Log. fact. parall. | ★ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oct. 21.. | 7h57m20s | +0m15s,47 | +1'38",5 | 10 : 5 | 21h44m51s,40 | +$\bar{2}$,271 | −0°38'54",0 | −0,784 | *a* |

[1] Les calculs des ampères-tours utiles de l'inducteur et des harmoniques produites par l'irrégularité de la répartition de l'enroulement ont déjà été exposés par Stanley-P. Smith (*Journal of the Institution of Electrical Engineers*, août 1911, p. 562). Il résulte des calculs effectués par cet auteur pour le rotor à 32 encoches, dans lesquels le rapport du nombre des encoches occupées au nombre total varie de 0 à 1, que plus l'enroulement inducteur est concentré, plus est grande l'onde fondamentale et plus est importante la proportion des harmoniques, mais que, dans les conditions ordinairement réalisées, les harmoniques supérieures au troisième sont pratiquement négligeables. Or, on sait qu'on élimine l'harmonique 3 par le couplage des phases en étoile. Les hypothèses faites dans la précédente Note sont donc considérées comme légitimes pour la pratique.

*Position de l'étoile de comparaison.*

| Gr. | Æ moyenne, 1914,0. | Réduction au jour. | Ꝺ moyenne, 1914,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|
| 8,6 | $21^h.44^m.32^s,48$ | $+3^s,45$ | $-0^\circ.40'.50'',3$ | $+17'',8$ | 5515 Nicolajew |

La comète est diffuse, sans noyau ni condensation appréciable. Éclat $10^m$-$11^m$.

M. **Bigourdan** communique à l'Académie un télégramme qu'il vient de recevoir de M. *Comas Solà*, directeur de l'Observatoire Fabra, à Barcelone, et signalant une comète qui se trouve dans la région que la comète d'Encke occupe actuellement.

Le 25 octobre, à $16^h$, temps de Barcelone, cet astre avait les coordonnées approximatives suivantes :

$$Æ = 11^h 27^m,$$
$$\text{Décl.} = +50^\circ 36'.$$

Mouvement vers le Sud-Sud-Est : 5° par jour.

La comète est visible dans une jumelle.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 21 *août* 1914, *à Ksara* (¹). Note (²) de M. B. **Berloty**, présentée par M. Bigourdan.

I. Observations astronomiques. — A Ksara, l'éclipse était partielle.

1° *Contacts*. — Le deuxième contact seul a été observé avec précision. L'observation s'est faite par projection sur un écran, avec une lunette de $95^{mm}$ d'objectif et le grossissement 100. L'observation était bonne; elle a donné

$$\text{tmK} = 4^h 48^m 15^s,6.$$

Le calcul, d'après la *Connaissance des Temps* aussi bien que d'après le *Nautical Almanac*, conduisait à

$$\text{tmK} = 4^h 48^m 38^s.$$

(¹) Ksara : latitude Nord, 33°49′26″; longitude Est Paris, $2^h 14^m 12^s$; altitude, $918^m$. tmK = temps moyen Ksara, astronomique.

(²) Présentée dans la séance du 19 octobre 1914.

On a donc

$$O - C = -22^s,4.$$

L'impression de plusieurs observateurs européens, dont les montres étaient à peu près réglées, est aussi que le premier contact est arrivé en avance sur l'heure calculée.

2° *Occultation d'une tache solaire.* — Une grande tache solaire, avec ombre et pénombre, se montrait alors sur le Soleil; elle était assez volumineuse pour que plusieurs observateurs aient pu la distinguer sans autre secours que celui d'un simple verre fumé. On a observé les instants d'occultation comme suit :

| | tmK. |
|---|---|
| | h m s |
| Occultation du premier bord de la pénombre..... | 2.53.48,7 |
| » du premier bord de l'ombre......... | 2.54.19,9 |
| » du deuxième bord de l'ombre....... | 2.55.18,9 |
| « du deuxième bord de la pénombre... | 2.55.56,9 |
| Émersion du deuxième bord de l'ombre.......... | 4. 3.57,4 |
| » du deuxième bord de la pénombre..... | 4. 4.14,7 |

3° *Divers.* — Vénus a été vue de plusieurs observateurs. Vers $3^h 20^m$ les montagnes de la Lune se profilent nettement sur le disque solaire.

II. Observations météorologiques. — 1° *Baromètre.* — Sept lectures du baromètre Fortin (grand modèle) ont été faites par le Fr. Saive de $2^h$ à $5^h$; elles accusent une descente régulière jusqu'à celle faite à $4^h$ (baisse $= 0^{mm},6$), puis une ascension régulière (hausse $= 0^{mm},3$).

L'enregistreur indique le minimum vers $4^h 5^m$, c'est-à-dire 20 minutes environ après la phase maxima de l'éclipse.

Cela ne paraît pas différer du régime barométrique normal.

2° *Thermomètre sous abri.* — D'après l'enregistreur, commencement de baisse vers $2^h$, léger ressaut à $3^h$, puis baisse rapide de 5° conduisant au minimum 30° à $4^h$, peu après la phase maxima. Le thermomètre remonte ensuite de 1°,4 de $4^h$ à $5^h$, puis reprend la baisse quotidienne normale.

3° *Hygromètre.* — De $2^h$ à $3^h 10^m$, rien de remarquable dans la marche de l'humidité relative. A partir de cet instant elle suit l'éclipse en croissant rapidement de 17 pour 100, ce qui la fait monter à 34 pour 100 à $3^h 55^m$. Depuis cette heure jusqu'à $5^h 40^m$, elle décroît de 13 pour 100.

4° *Actinométrie.* — En Orient, un jour de beau soleil, on pouvait

s'attendre à voir l'éclipse marquer nettement son influence sur les thermomètres actinométriques.

Le P. Harald Richard a bien voulu se charger de lire les thermomètres à boule noire (N) et à boule argentée (A) pendant toute la journée du 21, en multipliant les lectures pendant l'éclipse, surtout aux instants des phases initiale, maxima et finale.

Dans le Tableau suivant, en regard des résultats obtenus le 21, on a mis les lectures faites le 16 d'heure en heure. On peut ainsi comparer l'allure actinométrique pendant l'éclipse à ce qu'elle est un jour normal :

| | 21 août. | | | 16 août. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N. | A. | Diff. | N. | A. | Diff. |
| h m 6. 0..... | | | | 14,4 | 13,8 | 0,6 |
| 30..... | 34,7 | 23,5 | 11,2 | | | |
| 7. 0..... | 39,6 | 32,4 | 7,2 | 31,7 | 29,7 | 7,4 |
| 8. 0..... | 47,7 | 39,0 | 8,7 | 44,8 | 34,9 | 9,9 |
| 9. 0..... | 53,0 | 43,5 | 9,5 | 48,7 | 40,1 | 8,6 |
| 10. 0..... | 56,1 | 46,5 | 9,6 | 53,0 | 43,3 | 9,7 |
| 11. 0..... | 58,2 | 48,4 | 9,8 | 56,8 | 47,0 | 9,8 |
| 11.45..... | 60,6 | 50,6 | 10,0 | 59,4 | 48,5 | 10,9 |
| 1 p.m. 0..... | 60,6 | 50,6 | 10,5 | 60,2 | 50,2 | 10,0 |
| 2. 0..... | 61,3 | 51,0 | 10,3 | 60,8 | 50,6 | 10,2 |
| 15..... | 61,2 | 50,9 | 10,3 | | | |
| 30..... | 60,6 | 50,4 | 10,2 | | | |
| 35..... | 60,4 | 50,2 | 10,2 | | | |
| 40..... | 60,0 | 50,0 | 10,0 | | | |
| 45..... | 59,3 | 49,6 | 9,7 | | | |
| 50..... | 58,4 | 49,1 | 9,3 | | | |
| 3. 0..... | 55,3 | 46,9 | 8,4 | 60,6 | 50,5 | 10,1 |
| 10..... | 49,7 | 43,1 | 6,6 | | | |
| 20..... | 43,8 | 39,9 | 3,9 | | | |
| 30..... | 38,5 | 35,4 | 3,1 | | | |
| 35..... | 36,5 | 34,0 | 2,5 | | | |
| 40..... | 34,2 | 32,4 | 2,8 | | | |
| 45..... | 32,8 | 31,4 | 1,4 | | | |
| 50..... | 32,6 | 31,2 | 1,4 | | | |
| 55..... | 33,3 | 31,4 | 2,9 | | | |
| 4. 0..... | 34,8 | 32,4 | 2,4 | 58,2 | 48,6 | 9,6 |
| 10..... | 39,0 | 35,0 | 4,0 | | | |
| 20..... | 44,2 | 38,2 | 6,0 | | | |
| 30..... | 47,7 | 40,6 | 7,1 | | | |
| 40..... | 50,8 | 42,6 | 8,2 | | | |
| 45..... | 51,5 | 43,0 | 8,5 | | | |
| 50..... | 51,8 | 43,3 | 8,5 | | | |
| 5. 0..... | 51,0 | 42,8 | 8,2 | 53,5 | 45,2 | 8,3 |
| 15..... | 49,6 | 42,8 | 6,8 | | | |
| 6. 0..... | 40,2 | 35,6 | 4,6 | 44,5 | 38,2 | 6,3 |

III. Observations magnétiques. — L'enregistreur magnétique n'était pas en activité à l'époque de l'éclipse, ce qui n'a pas permis de juger, à Ksara même, si le passage au méridien solaire de l'énorme tache du Soleil avait ou non entraîné une tempête magnétique. La question n'est pas indifférente, car les anomalies remarquées pendant l'éclipse pourraient recevoir une interprétation différente au cas d'une tempête magnétique.

Les observations ont été faites au moyen d'un magnétomètre et d'un inclinomètre du modèle de Kew, construits par Dover.

Une observation absolue faite le 20 août 1914 à $5^h 1^m$ p. m. a donné, pour la déclinaison,

$$0^\circ 16',0 \text{ W}.$$

Le 21, une observation qu'on peut rapporter à $9^h 7^m$ a. m. (heure marquant le milieu des opérations) a fourni pour l'inclinaison

$$46^\circ,8.$$

Pendant l'éclipse elle-même, un employé de l'Observatoire, Jacques Tonello, a été chargé de relever fréquemment la position de l'aiguille de déclinaison et de celle d'inclinaison. Les observations ont été faites avec soin; celles marquées *sic* ont attiré l'attention immédiate de l'observateur, qui les a vérifiées au moment même.

Les variations qu'on a inscrites dans le Tableau suivant n'ont pas de connexion certaine avec les nombres trouvés précédemment pour la déclinaison et l'inclinaison. Elles expriment seulement comment les aiguilles aimantées se sont déplacées pendant l'éclipse.

| Variations de la déclinaison (vers W). | | Variations de l'inclinaison. | |
|---|---|---|---|
| h m | ′ | h m | ′ |
| 1.32 | 0,0 | 1.33 | 0 |
| 47 | 0,0 | 48 | 0 |
| 2. 2 | 0,2 | 2. 3 | −2 |
| 17 | 0,6 | 18 | −1 |
| 32 | 1,1 | 33 | −1 |
| 37 | 1,5 | 38 | +5 (*sic*) |
| 42 | 1,7 | 43 | −1 |
| 47 | 1,7 | 48 | −1 |
| 52 | 1,9 | 53 | −2 |
| 57 | 1,9 | 68 | −2 |
| 3. 2 | 2,0 | 3. 3 | −1 |
| 7 | 2,4 | 8 | −1 |
| 12 | 2,8 | 13 | +2 (*sic*) |
| 17 | 2,1 | 18 | +3 |
| 22 | 3,3 | 23 | +3 |
| 27 | 3,3 | 28 | +3 |
| 32 | 3,5 | 33 | +3 |
| 37 | 3,5 | 38 | +5 |

| Variations de la déclinaison (vers W). | | Variations de l'inclinaison. | |
|---|---|---|---|
| h m | ′ | h m | ′ |
| 3.42 | 3,9 | 3.43 | +5 |
| 47 | 4,1 | 48 | +5 |
| 52 | 4,1 | 53 | +5 |
| 57 | 4,4 | 58 | +5 |
| 4. 2 | 4,3 | 4. 3 | +5 |
| 7 | 4,3 | 8 | +5 |
| 12 | 4.1 | 13 | +4 |
| 17 | 4,1 | 18 | +3 |
| 22 | 3,7 | 23 | +3 |
| 27 | 3,7 | 28 | +3 |
| 32 | 3,7 | 33 | +3 |
| 37 | 3,7 | 38 | +3 |
| 42 | 3,5 | 48 | +3 |
| 47 | 3,5 | 5. 3 | +2 |
| 5. 2 | 3,3 | 18 | +6 (*sic*) |
| 17 | 3,3 | 33 | +6 |
| 32 | 3,3 | | |

D'après un certain nombre de diagrammes enregistrés à la cave magnétique de Ksara en juillet 1910, septembre 1910 et août 1909, un maximum de la déclinaison vers W aurait lieu normalement entre $1^h$ et $2^h$ p.m.; le minimum suivant tombe entre $5^h$ et $6^h$, ainsi qu'il est ordinaire dans l'hémisphère nord. Les valeurs observées le jour de l'éclipse montrent, au contraire, une déviation vers W très sensible de la déclinaison de $1^h 47^m$ à $3^h 57^m$ (plus de 4 minutes), c'est-à-dire peu après la phase maximum. La déclinaison décroît ensuite de 1 minute environ. Ainsi le passage de la Lune devant le Soleil aurait été marqué par une allure anormale de l'aiguille de déclinaison.

Les observations d'inclinaison montrent, immédiatement après le début de l'éclipse, un brusque saut de $+6'$ puis $-6'$; une baisse $-1'$, suivie d'un relèvement de $+1'$ pendant le moment où la tache s'éclipsait. Le maximum de l'inclinaison a eu lieu pendant la phase maxima de l'éclipse et une chute de 2 minutes a suivi la réapparition de la tache.

M. Maurice Gandillot adresse un Mémoire intitulé : *Le problème de la relativité.*

M. Ch.-H. Duncan adresse des brochures relatives à l'*Autothérapie en chirurgie* et à l'*Autothérapie dans les infections purulentes.*

(Renvoi à l'examen de M. Laveran.)

A 15 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 septembre 1914.

*La Revue électrique :* Bulletin de l'Union des Syndicats de l'Électricité; 11e année, n° 256, t. XXII, vendredi 21 août 1914. Paris, Gauthier-Villars, 1914; 1 fasc. in-4°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine;* 78e année, 3e série, t. LXXI, n° 29, séance du 28 juillet 1914. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* 106e année, 7e série, t. X, n° 6, 16 septembre 1914. Paris, O. Doin et fils; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes;* 5e année, n° 9, septembre 1914. Rome, Imprimerie de l'Institut international d'Agriculture; 1 fasc. in-8°.

*Collected papers from the Research laboratory Parke, Davis and Co*, Detroit, Mich.; *Reprints :* t. II, 1914; 1 vol. in-8°.

*List of members of the British Astronomical Association;* september 1914. Londres; 1 fasc. in-8°.

*New-York meteorological Observatory; july* 1914 : *hourly relative humidity.* New-York, Central Park; 1 fasc. in-4°.

*Contribución al conocimento geológico de los territorios del Rio Negro y Neuquén, con un estudio de la region petrolifera de la parte central del Neuquén*, por el Dr Anselmo Windhausen. Buenos-Ayres, 1914; 1 fasc. in-4°.

*República oriental del Uruguay. Revista del Ministerio de Industrias;* anno II, n° 9, febrero, marzo y abril de 1914. Montevideo; 1 fasc. in-8°.